



Efeito da Densidade de Plantio em Soja na Nutrição da Planta e Qualidade dos Grãos⁽¹⁾.

Marcos Javier de Luca⁽²⁾; Mariângela Hungria⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de Embrapa soja e INTA (Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria, Argentina).

⁽²⁾ Estudante pós-graduação; Universidade Estadual de Londrina; Londrina, PR, marcosjde@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, PR, hungria@cnpso.embrapa.br.

RESUMO: Ajustar a densidade de plantio de uma cultura é de fundamental importância para diminuir a competição entre as plantas pela disponibilidade de água, nutrientes e luz solar, aumentando a radiação interceptada e a produção de biomassa. No caso da soja, busca-se um aumento na retenção de vagens e na produtividade da cultura, o que pode alterar a partição de proteína, óleo e ácidos graxos para os grãos e também o padrão de absorção de nutrientes. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da diminuição do número de plantas/m² na nutrição e na qualidade dos grãos de soja. Testaram-se duas densidades de plantio, 80.000 pl/ha e 320.000 pl/ha da cultivar BRS 284. Para a avaliação do estado nutricional das plantas utilizou-se o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em folhas amostradas em V6. Na colheita foi avaliada a % de óleo e proteína nos grãos. A densidade de plantio em soja não afetou o estado nutricional das plantas, mas a % de óleo e proteína nos grãos foi afetada pela densidade de plantio.

Termos de indexação: DRIS, Nitrogênio, Carbono.

INTRODUÇÃO

O aumento na demanda por alimentos tem pressões significativas sobre os recursos naturais, principalmente na produção de grãos, afetando a sustentabilidade dos sistemas de produção. Um recurso de grande importância para a produção agrícola é o nitrogênio. Cerca de 40% da composição química do grão de soja é proteína, e por isso a cultura tem exigências nutricionais elevadas de nitrogênio, cuja maior parte é fornecida pela fixação biológica do nitrogênio (FBN) (Hungria et al., 2006). A FBN em leguminosas exige substratos de carbono provenientes da fotossíntese, os quais fornecem energia para o processo, além de serem as moléculas receptoras do N reduzido para o transporte dentro da planta (Williams et al., 1982).

A luz, além de ser importante para a atividade nodular, também pode regular a produtividade da soja. Reduções na densidade de semeadura resultam em melhor distribuição espacial das plantas que reduz a competição por água, nutrientes e luz solar, aumentando a radiação interceptada e a produção de biomassa (Board et al., 1990; Board et al., 1992). A fase que vai do florescimento até estágios avançados do ciclo reprodutivo é a mais crítica para o potencial de rendimento da soja. Taxas elevadas de crescimento durante esse período podem aumentar o número de grãos e, portanto, o rendimento da cultura (Andrade et al., 2002). Incrementos de luz na parte baixa do dossel, onde a radiação é normalmente baixa e a abscisão de flores e vagens é alta, resultam em um aumento na retenção de vagens e na produtividade da cultura (Johnston et al., 1969).

Na soja, a diferença na relação de infravermelho/vermelho associada à luz aumenta rapidamente no final do dia que pode influenciar aspectos do desenvolvimento da planta, como a ultra-estrutura dos cloroplastos, a partição de carboidratos para as células, a eficiência fotossintética e a concentração de vários metabólitos. Sob condições controladas, o vermelho e o infravermelho atuam através do sistema fitocromo para regular a partição entre a parte aérea e raízes (Kasperbauer, 1987). Outra variável que deve ser levada em conta sobre a densidade de plantas, é a absorção de nutrientes. Em algodão, a absorção de nutrientes (N, P e K) por hectare foi afetada pela produção de fibras, que por sua vez foi influenciada por diferentes densidades de semeadura (4,5 e 7,5 pl/m²) em solo de baixa fertilidade (Dong et al., 2010). A qualidade de luz também podem alterar a partição de proteína, óleo e ácidos graxos nos grãos, dependendo da posição dos nós no caule principal da planta, diferindo entre cultivares e com a intensidade da luz (Bellaloui e Gillen, 2010; Proulx e Naeve, 2009). As concentrações de proteína e ácido oleico são maiores nos grãos produzidos nas vagens dos nós superiores, enquanto que naquelas dos nós inferiores as

concentrações de óleo e ácido linoleico são mais elevadas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar o efeito da diminuição da densidade de semeadura na nutrição da planta, e na qualidade dos grãos de soja. A hipótese é de que ao reduzir a densidade de semeadura se altera a nutrição da planta e a qualidade dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Londrina, PR, no campo experimental da Embrapa Soja. Foi feita uma adubação de semeadura (300 kg/ha) NPK-00-28-20, e folhar em V4 com Co (2,5 g/ha) + Mo (20 g/ha). Foi utilizada a cultivar de soja BRS-284, hábito de crescimento indeterminado, semeada em 09 de novembro de 2011 e 19 de outubro de 2012, com espaçamento de 50 cm entre linhas. Em todos os tratamentos, exceto os controles sem inoculante, foi adicionado às sementes inoculante líquido contendo a estirpe de *B. japonicum* CNPSO 2050, na dose de 1,2 milhões de células/semente. Foram testadas duas densidades de plantas, uma com 80.000 pl/ha e outra com 320.000 pl/ha. Os tratamentos consistiram de: 1) Testemunha sem inoculação e 80.000 pl/ha (T1); 2) Testemunha sem inoculação e 320.000 pl/ha (T2); 3) Fertilizante nitrogenado (200 kg de N/ha, fornecido como uréia, parcelados em duas aplicações), com 80.000 pl/ha (T3); 4) Fertilizante nitrogenado (200 kg de N/ha, fornecido como uréia, parcelados em duas aplicações), com 320.000 pl/ha, (T4); 5) Inoculado com *B. japonicum* e 80.000 pl/ha (T5); 6) Inoculado com *B. japonicum* e 320.000 pl/ha (T6). Cada parcela tinha 4 m x 10 m, com desenho experimental em blocos ao acaso com seis repetições. A análise estatística foi realizada com o software Infostat (Di Rienzo et al., 2009).

Para a avaliação do estado nutricional das plantas utilizou-se o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) (Beaufils, 1973), com base na análise do tecido de 30 folhas recém maduras por parcela em V6. O teor de N foi determinado em extrato sulfúrico, enquanto P, K, Ca, Mg, e S foram determinados em extrato nítrico-perclórico. O teor de C foi determinado em analisador de C, TOC (Elementar, modelo Cube). Na colheita foi avaliada a qualidade dos grãos pelo teor de óleo e proteína em um analisador NIR marca Thermo, modelo FTIR Antaris II. Análises químicas do solo amostrado a 0-20 cm de profundidade foram realizadas antes da semeadura nos dois anos de experimentação (Tabela 1).

Tabela 1 – Análises químicas do solo feitas á 0-20 cm de profundidade, antes do plantio nos anos 2011 e 2012.

Prof. (cm) 0-20	2011	2012
Ca (cmolc/dm ³)	3,9	4,0
Mg (cmolc/dm ³)	1,7	1,4
K (cmolc/dm ³)	0,9	0,7
S-SO42 (mg/dm ³)	6,4	7,0
P (mg/dm ³)	19,1	28,9
CTC pH 7 (cmolc/dm ³)	11,0	10,6
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	6,4	6,2
saturação por bases (V%)	58,1	58,1
pH em CaCl ₂	5,1	5,2
Acidez Potencial (H + Al)	4,6	4,4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no diagnóstico nutricional, DRIS, observa-se que não houve deficiências de P, K, Ca, Mg e S, não havendo diferenças estatísticas significativas entre tratamentos (Figura 1) indicando que o estado nutricional destes elementos não foi influenciado pela densidade de semeadura, adubação com N e pela inoculação. Quando se comparou um ano em relação ao outro, o DRIS desses nutrientes apresentou algumas diferenças pouco importantes, mas nunca indicou deficiências nutricionais (dados não apresentados).

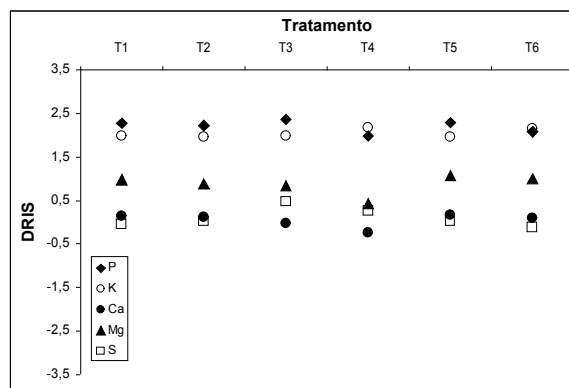


Figura 1 – Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). Média dos dois anos para os nutrientes P, K, Ca, Mg e S. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha.

No caso do N (Figura 2), o sistema de diagnose indicou deficiência em todos os tratamentos, além de uma resposta diferente de um ano para outro. Ressalta-se que as características climáticas foram distintas de um

ano para outro. A soja semeada em 2011 sofreu com uma severa estiagem, com um déficit hídrico de 132 mm até o momento da amostragem, enquanto que na safra 2012 não houve restrição hídrica. Apesar disso, houve indicação de maior deficiência de N no segundo ano.

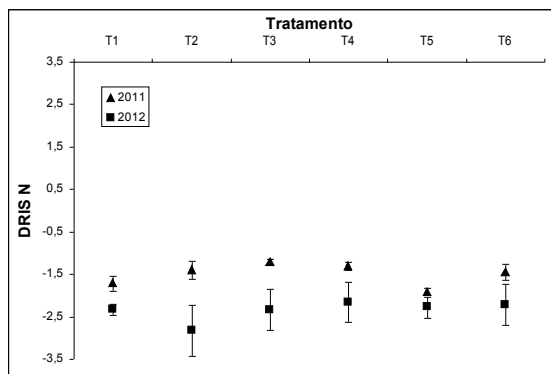


Figura 2 – Sistema integrado de diagnóstico e recomendação (DRIS) para N, anos 2011 e 2012. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha. \updownarrow erro standar.

Como o C é o principal elemento que se combina com o N na planta, pode estar relacionado com a nutrição de N. No ano 2011 a fixação de C foi menor que em 2012 (Tabela 2), o que é explicado pelo fechamento dos estômatos devido à seca, mas como citado anteriormente, em termos de balanço nutricional, o N ficou em melhores condições no ano seco que no ano chuvoso. Outra evidência disto é a relação C:N mais adequada em 2011 que em 2012 (Figura 3). Em adição, o índice de balanço nutricional (IBN) indicou melhor condição em 2011 (Tabela 3).

Tabela 3 – Índice de balanço nutricional (IBN) nos anos 2011 e 2012. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha. ¹Letras distintas indicam diferenças significativas (Teste de Fisher, $p < 0,10$).

Tratamento	2011	2012
T1	8,2 abc ¹	18,8 ab
T2	8,2 bc	17,8 abc
T3	7,3 c	17,4 bc
T4	7,5 c	16,4 c
T5	9,1 a	18,4 ab
T6	8,7 ab	19,5 a

Cabe destacar que não houve diferenças estatísticas significativas entre tratamentos, mesmo com N mineral ou diferentes densidades de semeadura, nem para o DRIS N nem para a relação C:N, o que indica que as deficiências de

N não ocorrem pela falta de disponibilidade deste elemento, mas pela maior fixação de C, que poderia produzir um maior desequilíbrio com o seu principal associado, o N, o que pode torná-lo limitante.

Tabela 2 – % de carbono nos tecidos nos anos 2011 e 2012. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha. ¹Letras distintas indicam diferenças significativas (Teste de Fisher, $p < 0,10$).

Tratamento	2012	2013
T1	39,3 a ¹	41,4 a
T2	38,9 a	41,2 ab
T3	38,4 a	41,4 a
T4	38,5 a	38,4 b
T5	38,9 a	39,6 ab
T6	39,3 a	39,8 ab
Media do ano	39,0	40,5

No que se refere à qualidade dos grãos (Tabela 4), o conteúdo de óleo foi maior com 80.000 pl/ha que com 320.000 pl/ha. Comportamento contrário ocorreu com o teor de proteína, onde a menor densidade de semeadura resultou em menor teor, mostrando uma relação inversa entre % de óleo e % de proteína. Neste sentido, os resultados concordam com os encontrados por Proulx e Naeve (2009), os quais constataram que um maior número de vagens por planta produzia uma queda no conteúdo de proteína. No presente trabalho, a baixa densidade aumentou o número de grãos por plantas (dados não apresentados) o que explicaria a queda nos tratamentos com 80.000 pl/ha.

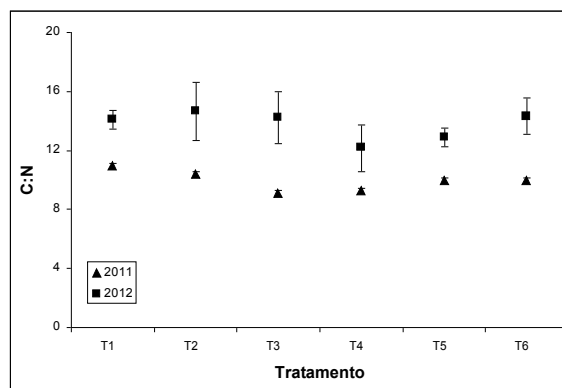


Figura 3 – Relação C:N, anos 2011 e 2012. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha. \updownarrow erro standar.

Tabela 4 – Qualidade dos grãos, média dos dois anos. T1) Test. sem inoculação e 80.000 pl/ha; T2) Test. sem inoculação e 320.000 pl/ha; T3) T+ N (200 kg de N/ha), 80.000 pl/ha; T4) T+ N (200 kg de N/ha), 320.000 pl/ha; T5) Inoculado, 80.000 pl/ha; T6) Inoculado, 320.000 pl/ha. ¹Letras distintas indicam diferenças significativas (Teste de Fisher, $p < 0,10$).

pl/ha	Tratamento	% óleo	% proteína
80.000	T1	23,3 a ¹	35,3 c
	T3	22,2 abc	36,3 b
	T5	23 ab	35,4 c
320.000	T2	21,8 c	37,7 a
	T4	21,8 c	37,4 a
	T6	21,9 bc	37,5 a

CONCLUSÕES

A densidade de semeadura em soja não afeta o estado nutricional das plantas.

A qualidade dos grãos representada pelo teor de óleo e proteína é afetada pela densidade de semeadura de maneira inversa e não é influenciada pela adubação com N mineral.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.H.; CALVIÑO, P.; CIRILO, A.; BARBIERI, P. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agronomy Journal*, v. 94, p. 975-980. 2002.

BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Soil Science, Bulletin N° 1. Pietermaritzburg: University of Natal. pp 132. 1973.

BELLALOU, N.; GILLEN, A.M. Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. *Agricultural Sciences*, v. 1, p. 110-118. 2010.

BOARD, J.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A. Branch and dry weight in relation to yield increase in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*, v. 82, p. 540-544. 1990.

BOARD, J.; KAMAL, M.; HARVILLE, B.G. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*, v. 84, p. 575-544. 1992.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. InfoStat versión. **FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, Grupo InfoStat**, v. p. 2009.

DONG, H.; KONG, X.; LI, W.; TANG, W.; ZHANG, D. Effects of plant density and nitrogen and potassium fertilization on cotton yield and uptake of major nutrients in two fields with varying fertility. *Field Crops Research*, v. 119, p. 106-113. 2010.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; CRISPINO, C.C.; MORAES, J.Z.; SIBALDELI, R.N.R.; MENDES, I.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of

biological N₂ and of fertilizer to grains yield. *Can. J. Plant. Sci.*, v. 86, p. 927-939. 2006.

JOHNSTON, T.J.; PENDLETON, J.W.; PETERS, D.B.; HICKS, D.R. Influence of Supplemental Light on Apparent Photosynthesis, Yield, and Yield Components of Soybeans (Glycine max L.). *Crop Science*, v. 9, p. 577-581. 1969.

KASPERBAUER, M.J. Far-Red light reflection from green leaves and effects on phytochrome-mediated assimilate partitioning under field conditions. *Plant Physiology*, v. 85, p. 350-354. 1987.

PROULX, R.A.; NAEVE, S.L. Pod removal, shade, and defoliation effects on soybean yield, protein, and oil. *Agronomy Journal*, v. 101, p. 971-978. 2009.

WILLIAMS, L.E.; DEJONG, T.M.; PHILLIPS, D.A. Effect of changes in shoot carbon-exchange rate on soybean root nodule activity. *Plant Physiology*, v. 69, p. 432-436. 1982.